

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07 151760

(43)Date of publication of application : 16.06.1995

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

(21)Application number : 06-185132

(71)Applicant : AT & T CORP

(22)Date of filing : 15.07.1994

(72)Inventor : MARCHMAN HERSCHEL M

(30)Priority

Priority number : 93 91808
93 173298

Priority date : 15.07.1993
22.12.1993

Priority country : US

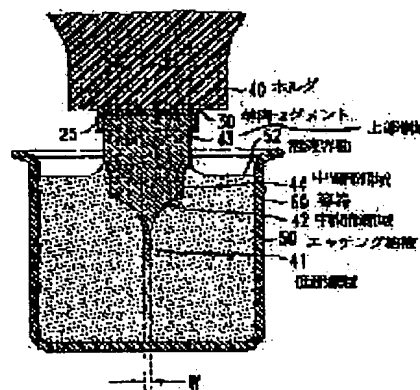
US

(54) PROBE ELEMENT MADE OF FIBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for manufacturing an optical fiber probe.

CONSTITUTION: A fiber probe element comprizes thick-wall upper areas 43, 44, a taper-shaped area 42 extending from these areas, and a thin-wall area further extending from this taper-shaped area 42, and the bottom part terminates in a planar manner in a surface making a right angle with the longitudinal direction. As its manufacturing method, a cylindrical optical fiber segment is firstly prepared. Nextly, a lower area 41 of this optical fiber segment is etched for a first fixed period of time and further a tip end of the lower area 41 of the optical fiber segment is cleaved. Thereafter, the lower area is etched for a second fixed period of time. Width W of the lower area 41 is thereby reduced to a fixed value while width of the upper area does not change.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.06.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 1 5 1 7 6 9

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 6 月 1 6 日

(51) Int. Cl. 6

G01N 37/00

識別記号

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

A 7519-2J

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 1 8 5 1 3 2

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 7 月 1 5 日

(31) 優先権主張番号 0 9 1 8 0 8

(32) 優先日 1 9 9 3 年 7 月 1 5 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 1 7 3 2 9 8

(32) 優先日 1 9 9 3 年 1 2 月 2 2 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 3 9 0 0 3 5 4 9 3

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

A T & T C O R P .

アメリカ合衆国 1 0 0 1 3 - 2 4 1 2

ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー
オブ ジ アメリカズ 3 2

(72) 発明者 ハーシェル マクリン マーチマン

アメリカ合衆国、0 7 9 7 4 ニュージャ
ージー、ニュー プロビデンス、アプト.
デー、ゲイルズ ドライブ 1 1 3

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

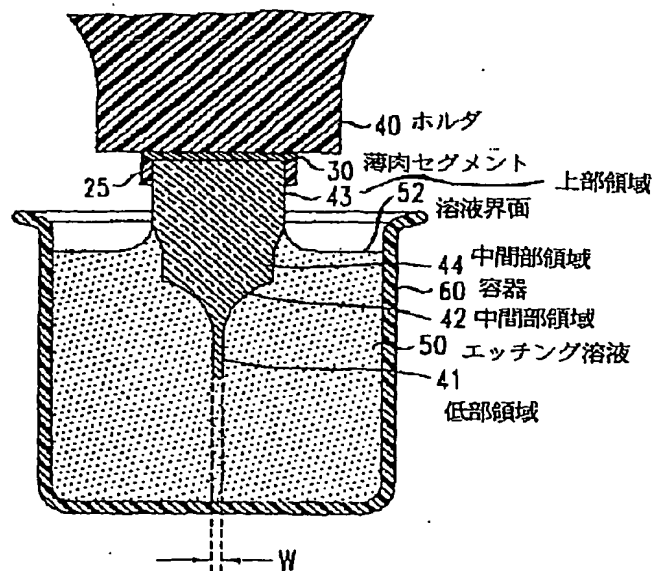
(54) 【発明の名称】 ファイバ製ブロープ素子

(57) 【要約】

【目的】 光ファイバブロープの製造方法を提供することである。

【構成】 本発明におけるファイバ製ブロープ素子は、厚肉上部領域 4 3、4 4 と、この領域から延びるテーパ状領域 4 2 と、このテーパ状領域からさらに延びる薄い肉厚領域とからなり、その底部は、軸方向に直交する面で平面状で終端する。本発明の製造方法は、(a) 円柱状の光ファイバセグメントを用意するステップと、

(b) 前記光ファイバセグメントの低部領域を第 1 所定時間エッチングするステップと (c) 前記光ファイバセグメントの低部領域の先端をクリーブ (へき開) するステップと、(d) 前記 (c) ステップの後、前記低部領域を第 2 所定時間エッチングするステップとを有し、前記低部領域の幅は、これにより所定値に減少し、前記上部領域の幅は変化しないことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚肉上部領域（43、44）と、この領域から延びるテーパ状領域（42）と、このテーパ状領域からさらに延びる薄い肉厚領域（41）とからなるファイバ製プローブ素子において前記薄肉低部領域（41）は、その最大幅が、約 $0.01\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ の範囲を有し、その底部は、ファイバの軸方向に直交する面で平面状で終端することを特徴とするファイバ製プローブ素子。

【請求項 2】 前記薄肉低部領域（41）の側壁に金属層を有することを特徴とする請求項 1 の素子。

【請求項 3】 （a）円柱状の光ファイバセグメントを用意するステップ（図 1）と

（b）前記光ファイバセグメントの低部領域を第 1 所定時間エッチングするステップ（図 2）とこれにより前記底部領域の最大幅は、光ファイバセグメントの上部領域のそれ以下となり、

（c）前記光ファイバセグメントの低部領域の先端をクリーブするステップ（図 3）と

（d）前記（c）ステップの後、前記低部領域を第 2 所定時間エッチングするステップ（図 4）と前記低部領域の幅は、これにより所定値に減少し、前記上部領域の幅は変化しないことを特徴とする光ファイバプローブ素子の製造方法。

【請求項 4】 前記低部領域の側壁に反射層を被覆するステップをさらに有することを特徴とする請求項 3 の方法。

【請求項 5】 前記（b）ステップの前に、前記上部領域の側壁を、（b）のエッチングステップによりエッチングされないような保護層（20）で被覆し、前記

（d）ステップの前に、この保護層の低部部分を除去することを特徴とする請求項 3 の方法。

【請求項 6】 前記（b）ステップと（d）ステップのエッチングは、等方性エッチングで行われ、前記所定の値は、約 $0.01\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 3 の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プローブ素子に関し、特に、計測用ファイバプローブ素子と、その製造方法に関する。

【0002】

【従来技術の説明】

【0003】米国特許第 4,604,520 号に開示されたプローブ素子は、クラッド付きのガラスファイバの先端部に配置された開口を有し、そのファイバは、金属層で被覆されている。この開口は、光ファイバと同軸の先端部の金属層にドリルで穴をあけて形成されている。この先端部近傍は、斜めに傾斜した側壁（先端部を切り取った円錐）のガラスファイバの断面を有しており、こ

の側壁は、シリンダを形成していない。そのため、従来のプローブ素子が、粗い表面を横方向に走査すると、被検査体の表面の実際の形状（実プロファイル）に関する必要な情報を決定するために、必要な計算は、プローブの側壁の傾斜形状に関するより詳細なデータが必要である。そして、この計算は、被検査体の表面形状の所望のプロファイルの正確な計測結果を生み出さず、特に、被検査体の表面位置で垂直方向の大きな変動がある場合には、さらに正確でなくなる。さらにまた、このようなプローブ素子を製造する工程は複雑で、高価であるが、その理由は、特に、光ファイバと同軸上に開口をドリルで開ける必要があるからである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、比較的製造方法が簡単な光ファイバプローブを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のプローブ素子は、表面の計測に、走査型トンネル原子顕微鏡、近接走査型光学顕微鏡として用いることができるものである。本発明のプローブ素子は、特許請求の範囲に記載したような構成である。本明細書において、最大幅とは、最大直径を意味する。同一直径の円柱においては、最大幅は、全ての場所において等しい最大直径を意味する。

【0006】このプローブ素子の低部領域は、平面状端部表面で終端し、この円柱の軸に直交する方向であるために、このプローブ素子を被検査体の表面位置に正確に配置することができる。さらに、その表面に大きな突起が存在しても、それは可能である。このプローブ素子の低部領域が、円柱状を形成しているために、被検査体の表面のプロファイルの決定が簡単になる。このプローブの側壁は、適当な層、例えば、反射層で被覆されて、光ファイバプローブが検出した光をその内部に閉じ込め、さらに、このプローブ素子が、近接走査型光学顕微鏡（near-field scanning optical microscopy）として用いられる場合には、特に有益である。すなわち、このプローブ素子が、被検査体の表面から連続的に距離をその先端部を維持するように移動し、この被検査体によりプローブ素子にかかる力が相互に等しくなるような場合である。

【0007】

【実施例】図 1 において、光ファイバ 10 は一般的には、光ファイバセグメントで、円柱状の形態をしている。この光ファイバ 10 の円柱状側壁表面の上部部分は、ポリマ抵抗層 20 で被覆され、このポリマ抵抗層 20 は、フッ化水素酸のエッチングに対し抵抗性を有し、それにより、低部部分（所定の長さ H）は、ポリマ抵抗層 20 により被覆されていない。この光ファイバ 10 は、底部端面 11 を有し、この底部端面 11 は、平面状で、光ファイバ 10 の軸に対し直交した面を有してい

る。この光ファイバ 1 0 は、通常テフロン製のホルダ 4 0 に、接着剤で被覆された適当な材料の薄肉セグメント 3 0 によりしっかりと固定されている。

【 0 0 0 8 】 光ファイバ 1 0 の材料は、必ずしも均一である必要はない。例えば、従来の光ファイバのように、中央コア部と、その周囲のクラッド層とを有する形態でも良い。いずれにしても、光ファイバ 1 0 は円柱である。図 1、図 2 に示すように、この光ファイバ 1 0 を等方性エッチング材、例えば、酸化パフファ剤であるエッチング溶液 5 0 内に浸漬する。通常、このエッチング溶液 5 0 は、(7 : 1) の酸化エッチング液を 2 に対し、フッ化水素酸を 1、酢酸を 1、 H_2O が 1 の割合からなる。ここで、等方性エッチングとは、軸方向と半径方向のエッチング速度が 1 0 % 以上は変わらないものを言う。

【 0 0 0 9 】 エッチング溶液 5 0 内の酢酸と、 H_2O の成分は、エッチング中にファイバ表面の残留材料を溶解する。このエッチング溶液 5 0 は、容器 6 0 内に入れられ、所定の高さでポリマ抵抗層 2 0 と交差するような界面 5 1 を有する。ポリマ抵抗層 2 0 によって被覆されていない光ファイバ 1 0 の全部分 (底部部分) は、エッチング溶液 5 0 内に浸漬される。

【 0 0 1 0 】 光ファイバ 1 0 をエッチング溶液 5 0 内に所定時間浸漬した後は、その形状は、図 2 に示すようになる。すなわち、円柱状の形状をした厚肉上部領域 2 3 の部分は、テーパ状中間領域 2 2 に示すように徐々に細くなり、最終的には、薄肉低領域 2 1 に示すように別の直径の円柱となる。

【 0 0 1 1 】 ポリマ抵抗層 2 0 の目的は、空気とエッチング溶液の界面から離れたエッチング境界を形成し、ポリマ抵抗層 2 0 のアンダーカットされた部分が、このブローブの全体の安定性を増加させている。

【 0 0 1 2 】 ポリマ抵抗層 2 0 により被覆されていない光ファイバ 1 0 の底部分の高さ (長さ) H は、約 2 . 5 c m で、光ファイバ 1 0 の直径 D は、約 1 2 5 μm 以上である。エッチング溶液 5 0 によりエッチングされた後、薄肉低領域 2 1 は、直径 $2 R$ (3 0 μm 以上) を有し、この直径は、浸漬時間により決定される。

【 0 0 1 3 】 次に、この薄肉低領域 2 1 の底部表面は、厚肉上部領域 2 3 と薄肉低領域 2 1 の共通軸に直交する方向の面でクリーブ (へき開) され、そのファイバクリーパー (ファイバへき開装置) は、光学顕微鏡で見ながら、あるいは、他の微細制御装置の助けを借りて行われる。このようにして円柱状領域 2 4 の高さは、所定の高さ h に減少し、その先端は、円柱状領域 2 4 の軸に直交した表面となる。この高さ h は、約 0 . 0 5 $\mu m \sim 3$ 0 . 0 μm の範囲内であり、好ましくは、1 $\mu m \sim 10$ μm の範囲内である。ポリマ抵抗層 2 0 は、その後、除去され、あるいは、クリーブプロセスの前に除去することも可能である。特に、ポリマ抵抗層 2 0 の一部、あるいは、全部は、アセトン内に浸漬して除去することがで

きる。

【 0 0 1 4 】 図 4 に示すように、図 3 の光ファイバセグメントをエッチング溶液 5 0 内に、第 2 の所定時間だけ溶液界面 5 2 まで浸漬する。この溶液界面 5 2 の位置は、テーパ状中間領域 2 2 の上部表面以上の場所である。このようにすると、別の中間部領域 4 4 が形成され、ファイバセグメントの低部領域 4 1 は、円柱状であるが、その直径は、 w まで減少するが、その高さ h はあまり減少しない。言い替えると、高さ h は、ほぼ一定である。同時に、中間部領域 4 2 の直径は減少する。溶液界面 5 2 の位置においては、エッチング溶液 5 0 のメニスカス (表面張力による凹凸) が、溶液界面 5 2 の直上と直下の光ファイバの領域の間のテーパ状繊維部分を形成する。

【 0 0 1 5 】 溶液界面 5 2 は、テーパ状中間領域 2 2 の最上部と同一、あるいは、若干下方にすることができる。このような場合、中間部領域 4 4 の部分は存在しないことになる。低部領域 4 1、中間部領域 4 2、上部領域 4 3、中間部領域 4 4 は、同軸の円柱の形態を取っている。低部領域 4 1 の直径 w は、すなわち、ブローブの先端の幅は、エッチング溶液 5 0 内への浸漬時間を調整することにより、いかなる値にも調整できる。この幅 w は、約 0 . 0 1 μm と 1 5 0 μm の範囲内で、一般的には、約 0 . 0 5 $\mu m \sim 0 . 5 \mu m$ で、好ましくは、0 . 0 5 $\mu m \sim 0 . 2 \mu m$ で、これは、被測定体が面するブローブの計測精度に依存する。すなわち、ブローブ素子として本発明の方法により製造されたファイバを使用したときに、その測定解像度に依存する。

【 0 0 1 6 】 エッチングするための浸漬時間は、実験により決定することができる。

【 0 0 1 7 】 図 5、図 6 は、光ファイバ 1 0 が保持される別の方法を図示している。この光ファイバ 1 0 は、ポリマ抵抗層 2 0 で被覆されておらず、ホルダ 4 5 に固定される接着テープ 3 1 のセグメントにより所定位置に配置される。このホルダ 4 5 は、前述のホルダ 4 0 と同一のものでよい。このような場合、エッチング溶液 5 0 内にファイバセグメントを浸漬することにより、メニスカス (表面張力による凹凸) が、エッチング溶液 5 0 と光ファイバ 1 0 との間に形成されて、これにより、薄肉低領域 2 1 とテーパ状中間領域 2 2 とが決定される。

【 0 0 1 8 】 前述に述べたブローブ素子の製造方法は、光ファイバ 1 0 のドーピングプロファイル、あるいは、エッチング溶液 5 0 の成分には依存しない。円柱状先端は、半径方向を 2 度エッチングすることにより (図 4)、最初の光ファイバの直径を減少することにより形成される。この平坦部の表面は、クリーブプロセス (図 3) により得られる。2 回目のエッチングプロセス (図 4) の間、低部領域 4 1 は、その直径が減少しても同一形状を保持する。この底部表面に形成されたいかなる構造物、例えば、凹凸もその直径 w を約 1 μm 以下にする

ことにより取り除くことができる。大きな直径においては、この端部表面の上の特徴物の形成は、クリープステップ（図 3）により取り除くことができる。その理由は、光ファイバの異なる半径方向の場所におけるエッチング量の大きな変動を引き起こすような、軸方向における十分なエッチングが行われないからである。軸方向におけるエッチング量を大きくしたいときには、平面状の端部表面は均一のドーピングプロファイル（光ファイバセグメントのドーピング濃度の半径方向の変動）が存在して

【 0 0 1 9 】 上述においては、光ファイバ 1 0 を光ファイバのかわりに、他のエッチング可能で平面状先端を形成するようなクリープができる材料を用いても良い。液体エッチングは、超音波攪拌を用いて強化することもできる。等方性液体エッチングの変わりに、他のエッチング技術、例えば、ドライプラズマエッチングを用いても良い。このようなエッチングは、必ずしも等方性である必要はない。2 回のエッチング（図 1 ～ 図 2 と図 4）は、化学的に別のもの、あるいは、物理的に別のものでも良い（製造スピードを犠牲にすれば、等方性ドライエッチングでも良い）。図 1 ～ 図 2 のエッチングと図 4 のエッチングは、両方とも当方性である必要はない。

【 0 0 2 0 】 低部領域 4 1 と中間部領域 4 2 の側壁は、金属層、例えば、クロム製のような金属層からなる反射層を被覆すると良い。また、この光ファイバ 1 0 は、コア領域とクラッド領域を有しても良い。

【 0 0 2 1 】 この光ファイバ 1 0 が、クラッド領域とコア領域を有する場合には、電子顕微鏡のような場合には、このクラッド層は必ずしも必要なものではなく、走査型顕微鏡のようなものにおいても、このクラッド層は、必ずしも必要なものでもなく、また、ニアフィールド光学顕微鏡においては、このクラッド層は、上述したとおりである。コアの直径は、 w 以上で、その範囲は、約 2 . 5 ～ 3 . 5 μm である。

【 0 0 2 2 】 光ファイバ 1 0 の断面形状は、必ずしも円盤である必要はなく、楕円形、長方形、正方形でも良

い。しかし、このような場合には、円柱状領域の断面の最大幅と最小幅の定義は若干異なる。

【 0 0 2 3 】

【発明の効果】 以上述べたように、本発明による製造方法のファイバプローブ装置は、その製造方法が簡単で、比較的精度の高いものが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例により製造される垂直側壁を有するプローブ素子の第 1 製造段階をあらわす図。

【図 2】 本発明の一実施例により製造される垂直側壁を有するプローブ素子の第 2 製造段階をあらわす図。

【図 3】 本発明の一実施例により製造される垂直側壁を有するプローブ素子の第 3 製造段階をあらわす図。

【図 4】 本発明の一実施例により製造される垂直側壁を有するプローブ素子の第 4 製造段階をあらわす図。

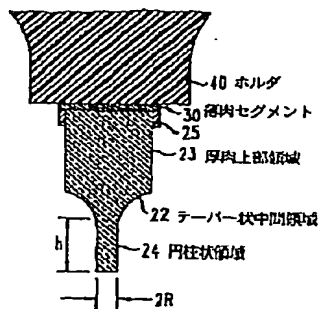
【図 5】 本発明の他の実施例による製造工程における初期の段階のプローブ素子の展開図。

【図 6】 本発明の他の実施例による製造工程における初期の段階のプローブ素子の水平断面図。

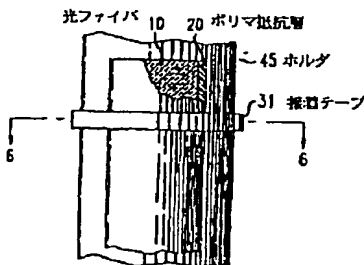
【符号の説明】

- 1 0 光ファイバ
- 1 1 底部端面
- 2 0 ポリマ抵抗層
- 2 1 薄肉低領域
- 2 2 テーパー状中間領域
- 2 3 厚肉上部領域
- 2 4 円柱状領域
- 3 0 薄肉セグメント
- 3 1 接着テープ
- 4 0 ホルダ
- 4 1 低部領域
- 4 2 . 4 4 中間部領域
- 4 3 上部領域
- 4 5 ホルダ
- 5 0 エッチング溶液
- 5 1 界面
- 5 2 溶液界面
- 6 0 容器

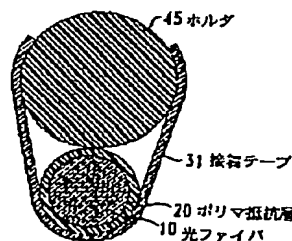
【 図 3 】



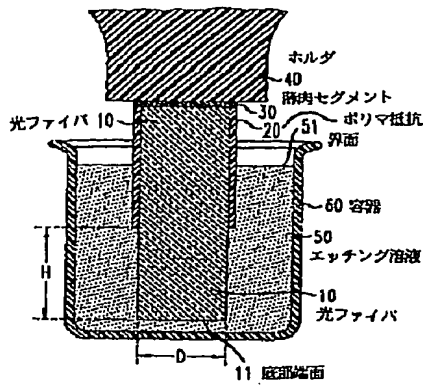
【 図 5 】



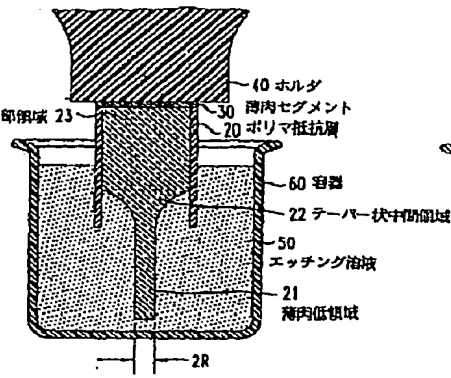
【 図 6 】



【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 4 】

